Service Training



Programme autodidactique 336

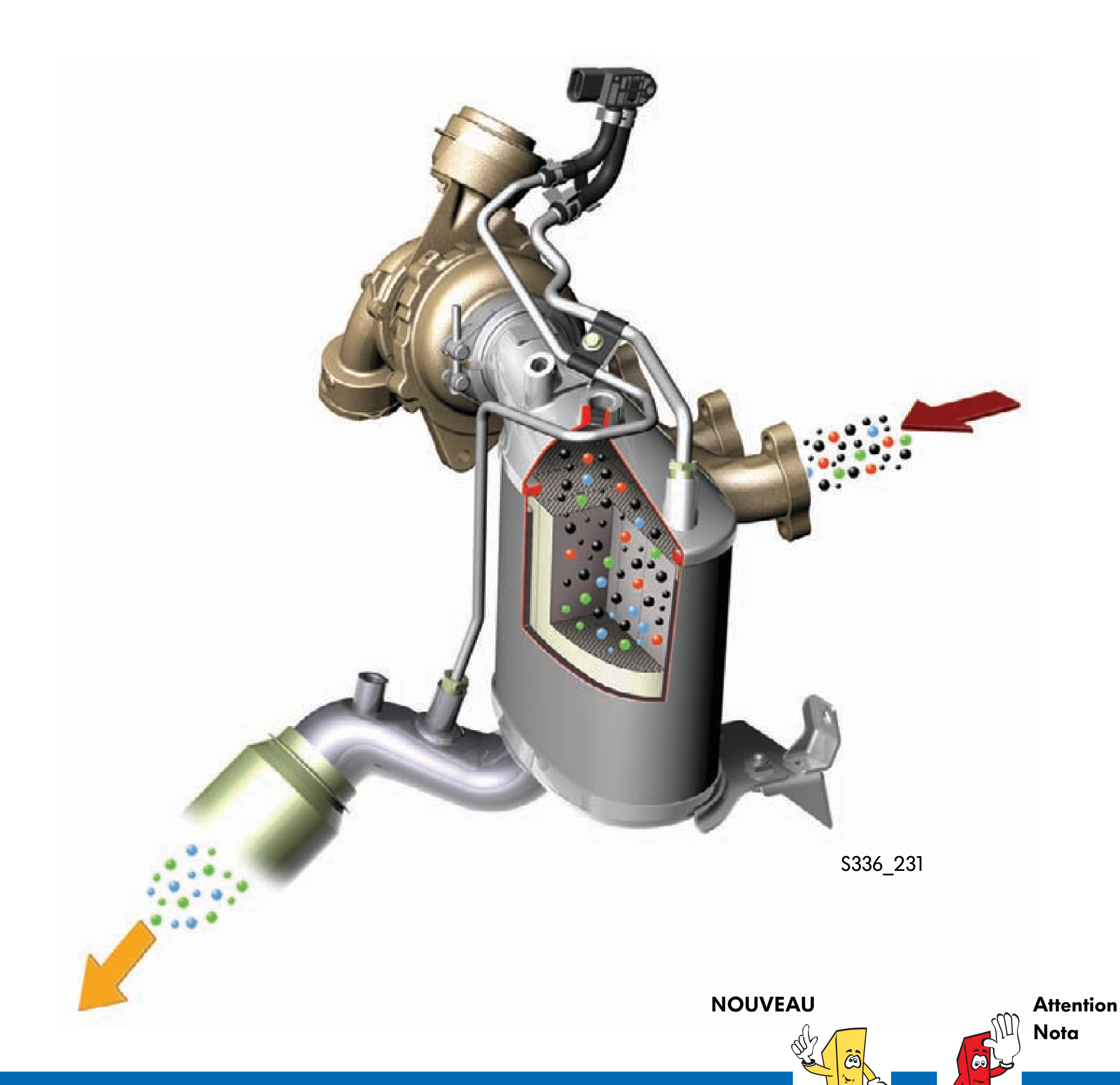
Le filtre à particules à revêtement catalytique

Conception et fonctionnement

La réduction des émissions de particules constitue à l'heure actuelle un défi important à relever en matière de rejets polluants des véhicules à moteur diesel. Pour relever ce défi, il ne s'agit pas de jouer uniquement sur le tableau des moteurs. Une importance particulière est également accordée à la question du post-traitement des gaz d'échappement.

Le filtre à particules constitue une solution efficace pour éliminer les particules de suie contenues immanquablement dans les gaz d'échappement rejetés par les moteurs diesel.

Le catalyseur d'oxydation et le filtre à particules comptent parmi les systèmes de filtres les plus couramment utilisés. Avec le filtre à particules pourvu d'un revêtement catalytique, Volkswagen a réuni un catalyseur et un filtre en un seul système. De par sa conception et son emplacement de montage à proximité du moteur, ce système de filtre permet la combustion des particules de façon continue sans faire appel à un additif dans le carburant.



S336_231

NOUVEAU

Attention
Nota

Le programme autodidactique vous informe sur la conception et le fonctionnement des innovations techniques !
Les contenus ne sont pas réactualisés.

Pour les instructions de contrôle, de réglage et de réparation, veuillez-vous reporter à la documentation Service après-vente prévue à cet effet.

En bref





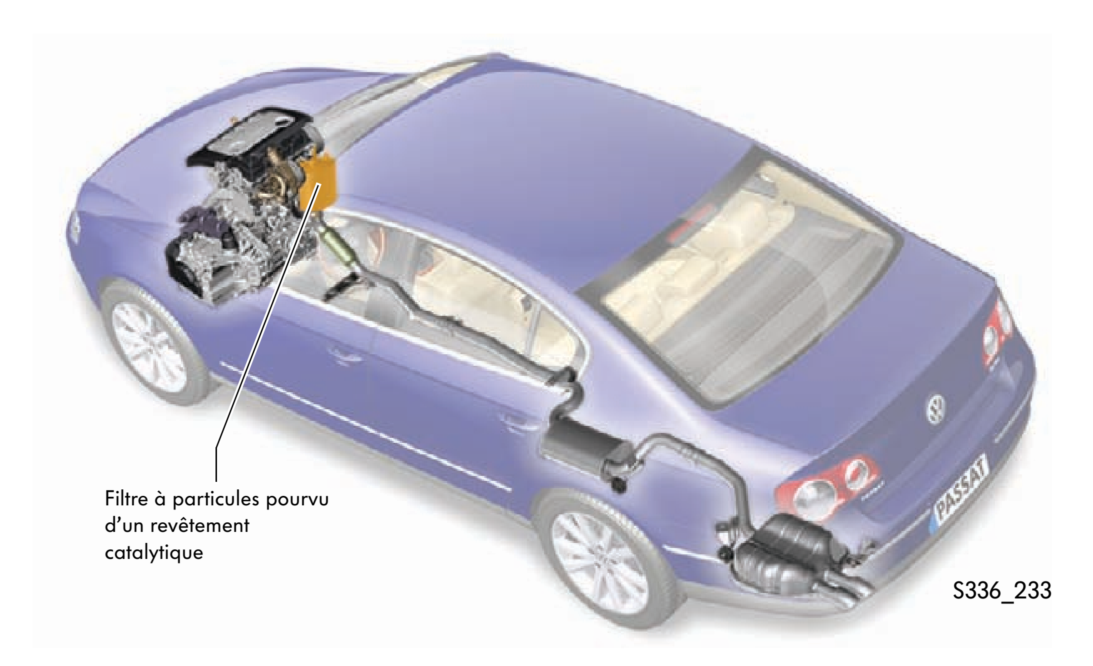
Introduction



Généralités

La combustion du gazole génère un certain nombre de résidus. À moteur froid, les composants des gaz d'échappement directement perceptibles sont des hydrocarbures inoxydés ou partiellement oxydés qui se retrouvent sous forme de gouttelettes dans les fumées blanches ou bleues ainsi que les aldéhydes présentant une odeur vive.

Dans le cas des moteurs diesel, les émissions provenant des gaz d'échappement ne se limitent pas seulement aux polluants gazeux, elles contiennent également des particules solides pulvérulentes qui, appelées de manière générale « particules », sont également devenues matière à discussion quant à leurs effets nocifs sur la santé et l'environnement.



Dans le cadre des mesures visant à réduire les émissions polluantes, Volkswagen poursuit une stratégie à long terme, aussi bien pour ce qui est des particules provenant des moteurs diesel que pour l'ensemble des autres composants des gaz d'échappement tels que les hydrocarbures et les oxydes d'azote. Il y a quelques années déjà, Volkswagen s'était efforcé d'optimiser les processus de combustion interne des moteurs et de réduire la production de particules de suie par les moteurs diesel. Défi réussi : dès 1999,
Volkswagen était le premier constructeur automobile à pouvoir proposer, avec la Lupo 3L TDI, un véhicule répondant à la sévère norme antipollution Euro 4 et ce, six ans avant l'entrée en vigueur de cette réglementation en 2005.

Volkswagen a contribué dans une large mesure à la naissance du moteur diesel propre et s'est de ce fait engagé à lutter activement pour la protection de l'environnement. À titre d'exemples, on peut citer la technologie des moteurs TDI appréciés pour leur performance, leur sobriété et leur silence ainsi que les systèmes d'injection à injecteurs-pompes. Désormais, Volkswagen tentera également d'améliorer de manière ciblée la combustion interne des moteurs afin de pouvoir diminuer davantage encore la consommation de carburant et de réduire les émissions polluantes directement à la source.
Par ailleurs, Volkswagen poursuivra également ses efforts par la mise en oeuvre de systèmes de filtres à particules.

Gaz d'échappement

Normes antipollution



Au cours des années passées, divers décrets et lois visant à réduire les émissions de polluants dans l'atmosphère ont été adoptés en Allemagne ainsi qu'à l'échelle européenne et mondiale. À titre d'exemples, on peut citer les normes antipollution européennes Euro 1 à Euro 4 qui prescrivent à l'industrie automobile les teneurs limites des gaz d'échappement en polluants pour la réception par type de nouveaux modèles de véhicules.

Euro 3

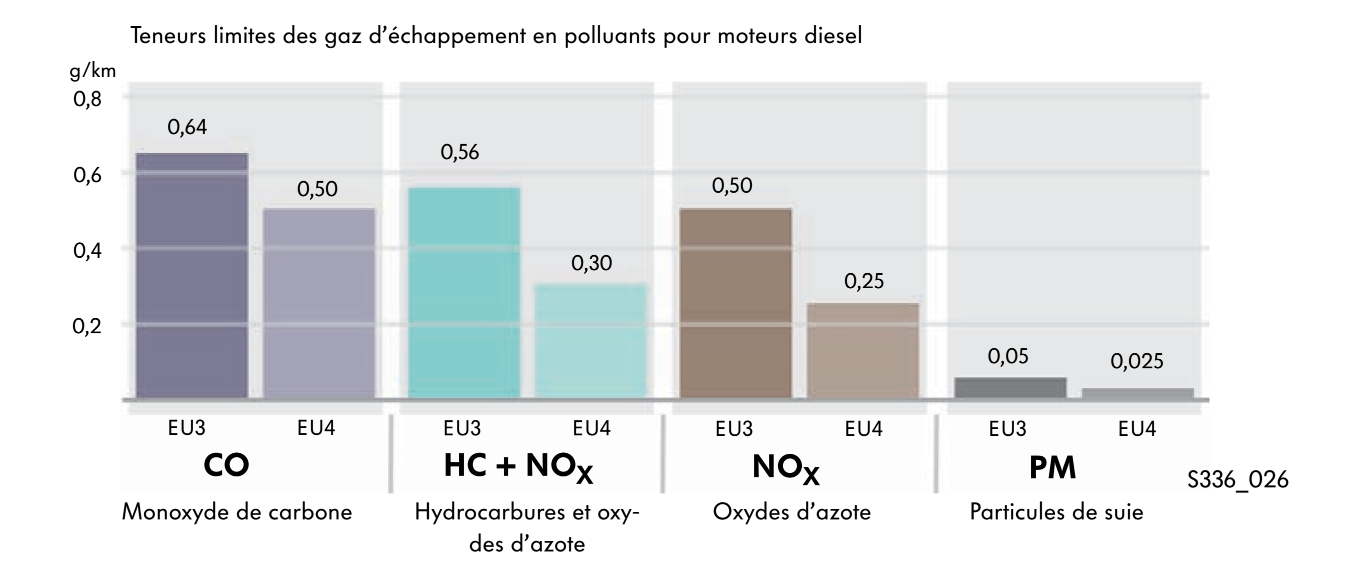
Depuis l'année 2000, la norme antipollution Euro 3 s'applique aux nouveaux véhicules immatriculés.

Elle se distingue de la précédente norme Euro 2 par un renforcement des conditions sur banc d'essai à rouleaux et une baisse des teneurs limites des gaz d'échappement en polluants.

Euro 4

Entrée en vigueur en 2005, la norme Euro 4 remplace la norme Euro 3. Elle impose une réduction supplémentaire des teneurs limites des gaz d'échappement en polluants.

À l'heure actuelle en Allemagne, plus de 65 % des véhicules Volkswagen à moteur diesel récemment immatriculés respectent la norme Euro 4.



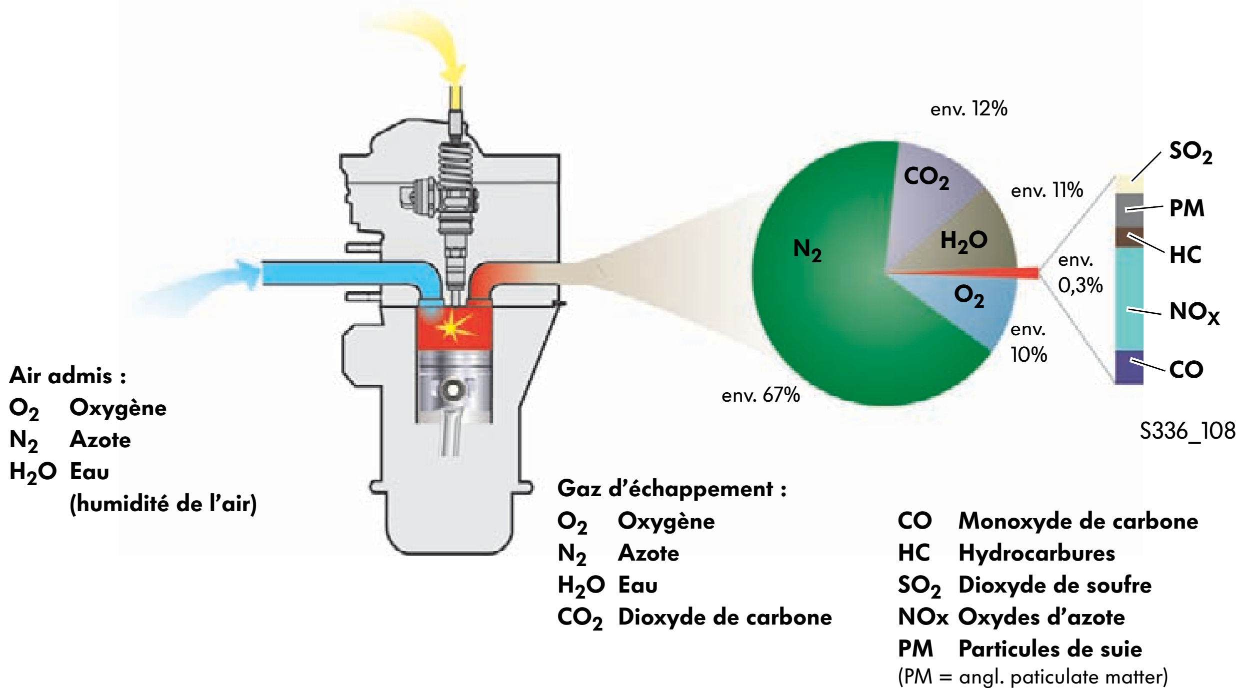
Perspectives d'avenir

Il est prévu que la norme antipollution Euro 5, encore plus stricte, entre en vigueur d'ici quelques années. Les valeurs limites autorisées par cette norme ne sont pas encore précisément définies, mais elles seront de nouveau revues à la baisse. Les valeurs limites concernant l'émission de particules de suie des moteurs diesel devront être considérablement réduites par la suite. C'est pourquoi, tous les véhicules à moteur diesel devront dorénavant être équipés d'un filtre à particules.



La production de polluants lors du processus de combustion

La production de polluants et notamment les émissions de particules de suie varient selon le déroulement du processus de combustion dans les moteurs diesel, lequel dépend lui-même de facteurs constructifs, spécifiques au carburant et atmosphériques.
Le schéma ci-dessous donne un aperçu des composants présents à l'admission et à l'échappement lors du processus de combustion des moteurs diesel.



S336_108

En termes de nocivité pour l'environnement et la santé, les composants contenus dans les gaz échappement du moteur diesel présentent des degrés différents.
Les composants déjà présents dans l'atmosphère tels que l'oxygène, l'azote et l'eau sont considérés comme non toxiques.

Le dioxyde de carbone, présent dans l'atmosphère en tant que gaz naturel, soulève certaines pré-occupations. Il n'est certes pas toxique mais, de par sa concentration en augmentation constante dans l'air, il est considéré comme l'un des principaux responsables de l'effet de serre.
Le monoxyde de carbone, les hydrocarbures, le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les particules de suie sont considérés en revanche comme nocifs.



Polluants contenus dans les gaz d'échappement

CO
Monoxyde de carbone



S336_014

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, sans odeur ni goût qui se forme suite à la combustion incomplète de combustibles carbonés due à un manque d'oxygène.

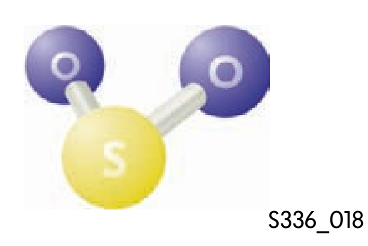
HC
Hydrocarbures



S336_016

Les hydrocarbures proviennent d'une combustion incomplète. De nombreux composés chimiques sont qualifiés d'hydrocarbures (par exemple C_6H_6, C_8H_{18}).

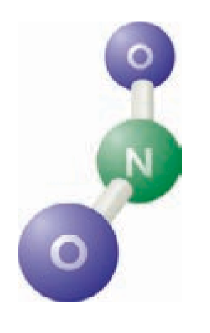
SO_2
Dioxyde de soufre



S336_018

Le dioxyde de soufre est produit par la combustion de carburant à teneur en soufre. C'est un gaz incolore présentant une odeur piquante. La teneur en soufre du carburant est en diminution constante.

NO_x
Oxydes d'azote



S336_020

Une pression et une température élevées ainsi qu'une proportion d'oxygène trop importante lors de la combustion dans un moteur favorisent la formation des oxydes d'azote (par exemple NO, NO_2, . . .).

Particules de suie



S336_022

L'émission de particules de suie résulte d'une combustion incomplète due à un manque d'oxygène.

Introduction



Les particules

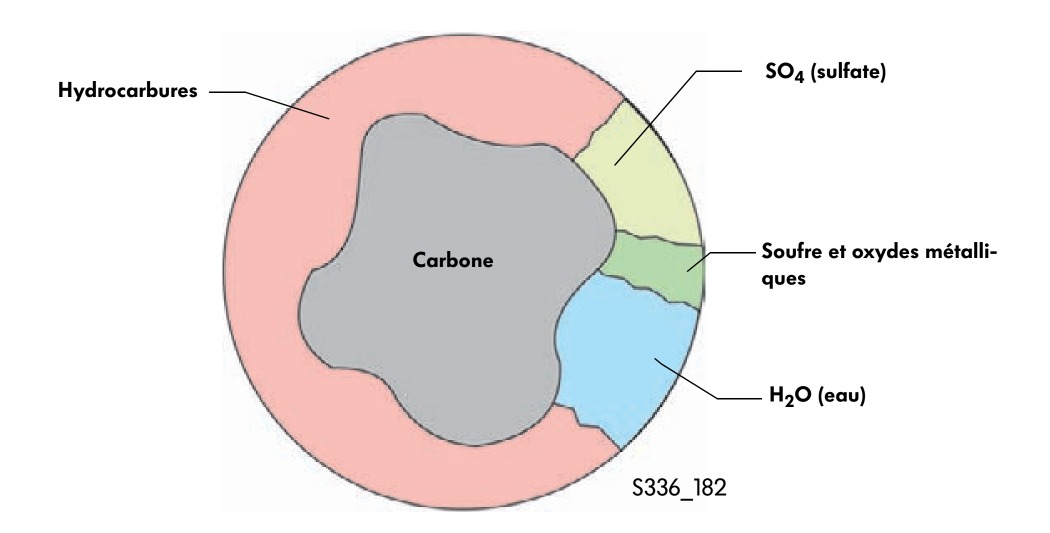
Le terme « particules » est un terme générique qui regroupe toutes les fines particules solides ou liquides produites par usure, désintégration, érosion, condensation ainsi que par une combustion incomplète.
Tous ces processus génèrent des particules de forme, de taille et de structure différentes.

Les particules sont considérées comme des polluants atmosphériques dès lors qu'elles sont en suspension dans les gaz en raison de leur taille microscopique et qu'elles peuvent nuire à l'organisme.

Les particules de suie

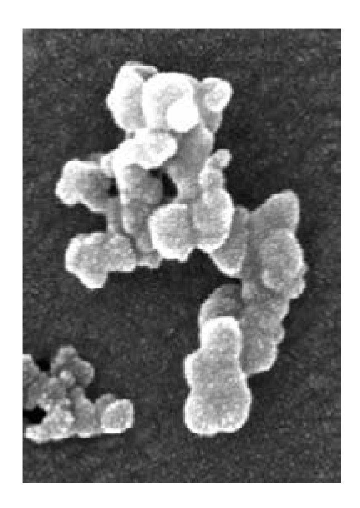
Des particules de suie sont émises lors du processus de combustion des moteurs diesel. Les particules de suie sont de petites boules de carbone de taille microscopique dont le diamètre est d'env. 0,05 µm.
Leur noyau est constitué de carbone pur sur lequel se fixent différents composés d'hydrocarbures, des oxydes métalliques et du soufre.

Certains composés d'hydrocarbures sont susceptibles de représenter un danger pour la santé.
La composition exacte des particules de suie dépend de la technologie du moteur, des conditions d'utilisation ainsi que du carburant.



Apparition des particules de suie

La formation de particules de suie dans le moteur diesel varie selon les différents processus intervenant dans la combustion interne du moteur diesel tels que l'arrivée d'air, l'injection ou encore la propagation des flammes.
La qualité de la combustion dépend des proportions d'air et de carburant contenues dans le mélange.
Dans certaines parties de la chambre de combustion, le mélange peut être très riche en raison d'un manque d'oxygène.
La combustion ne s'effectue alors pas complètement, ce qui provoque la formation de particules de suie.



S336_013

Exemple typique d'une particule de suie émise lors de la combustion dans un moteur diesel

D'une manière générale, la masse et la quantité de particules produites dépendent de la qualité de la combustion dans le moteur. Grâce à une pression d'injection élevée et une loi d'injection parfaitement adaptée au moteur, le système d'injection à injecteurs-pompes assure une combustion optimale et permet ainsi de limiter la production de particules de suie lors du processus de combustion.
Une pression d'injection élevée associée à une grande finesse de pulvérisation du carburant ne se traduit cependant pas nécessairement par la production de particules plus fines.
Des mesures ont révélé que la répartition dimensionnelle des particules contenues dans les gaz d'échappement variait peu, quel que soit le principe de combustion du moteur (système avec chambre de turbulence, à rampe commune ou à injecteurs-pompes).



Les mesures visant à réduire l'émission de particules

Pour faire progresser le moteur diesel, la réduction de ses émissions polluantes constitue un objectif important pour les constructeurs.
Les solutions techniques existantes pour limiter la production de polluants sont diverses.
À ce sujet, il convient de distinguer entre les mesures internes et les mesures externes au moteur.

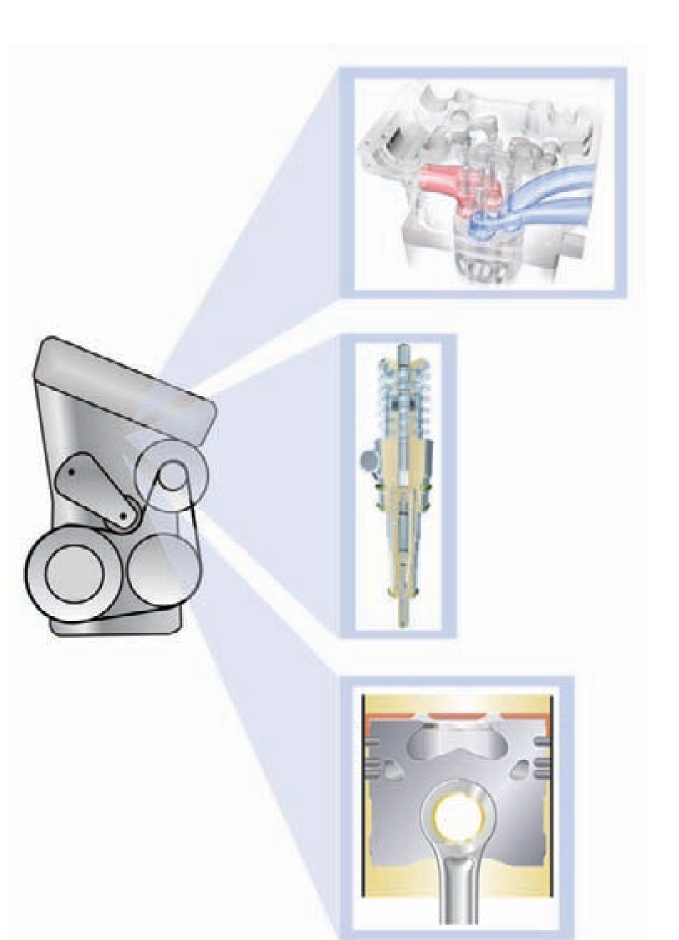
Mesures internes au moteur

Une réduction des émissions polluantes peut être obtenue grâce à des mesures internes au moteur.

La suppression des rejets polluants suppose tout d'abord une optimisation efficace de la combustion.

Les mesures internes au moteur passent par :

- la conception de canaux d'admission et d'échappement assurant des conditions d'écoulement optimales,
- des pressions d'injection élevées, par exemple grâce à la technique des injecteurs-pompes,
- la conception de la chambre de combustion (veiller par exemple à limiter les risques de dépôts) et la conception de la cavité du piston.



S336_045

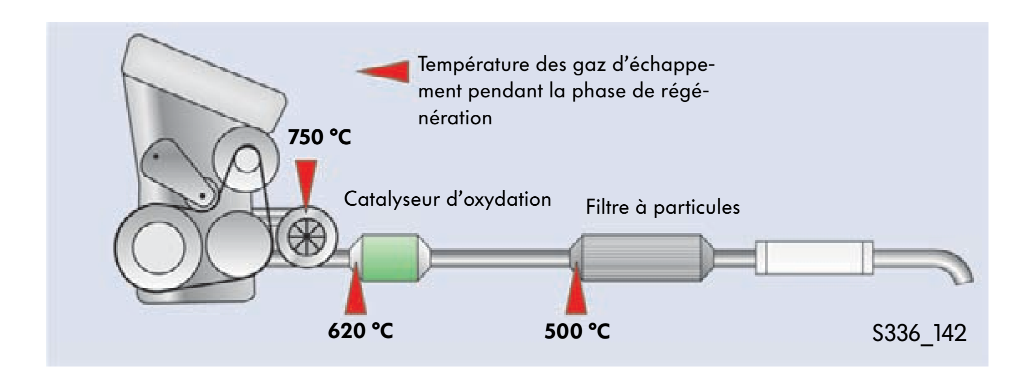


Mesures externes au moteur

Le rejet de particules de suie lors de la combustion peut être évité grâce à des mesures externes au moteur.
La solution proposée pour réduire la production de particules de suie consiste en un système de filtre à particules.
On distingue deux types de systèmes : le filtre à particules avec additif et le filtre à particules à revêtement catalytique. Les explications fournies aux pages suivantes concernent exclusivement la conception et le fonctionnement du filtre à particules catalysé.

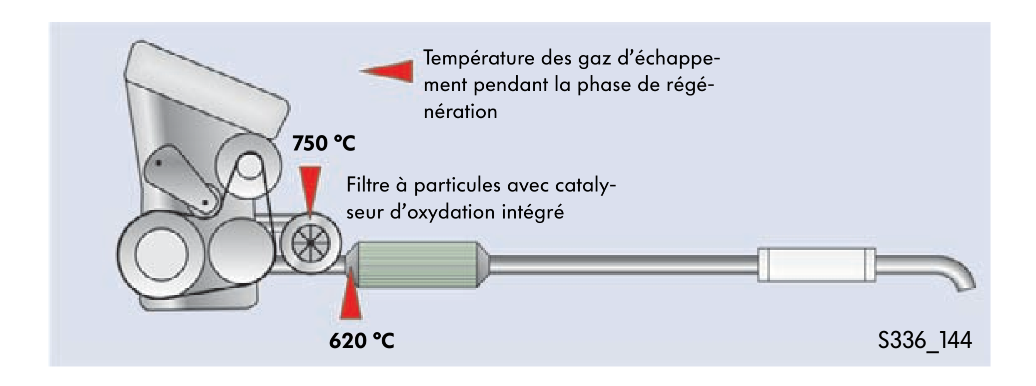
Système avec additif

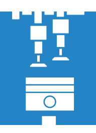
Ce système est utilisé sur les véhicules dont le filtre à particules est éloigné du moteur. En raison de la distance importante qui sépare les gaz émanant du moteur et le filtre à particules, la température d'inflammation nécessaire à la combustion ne peut pas être atteinte sans l'adjonction d'un additif.



Système à revêtement catalytique

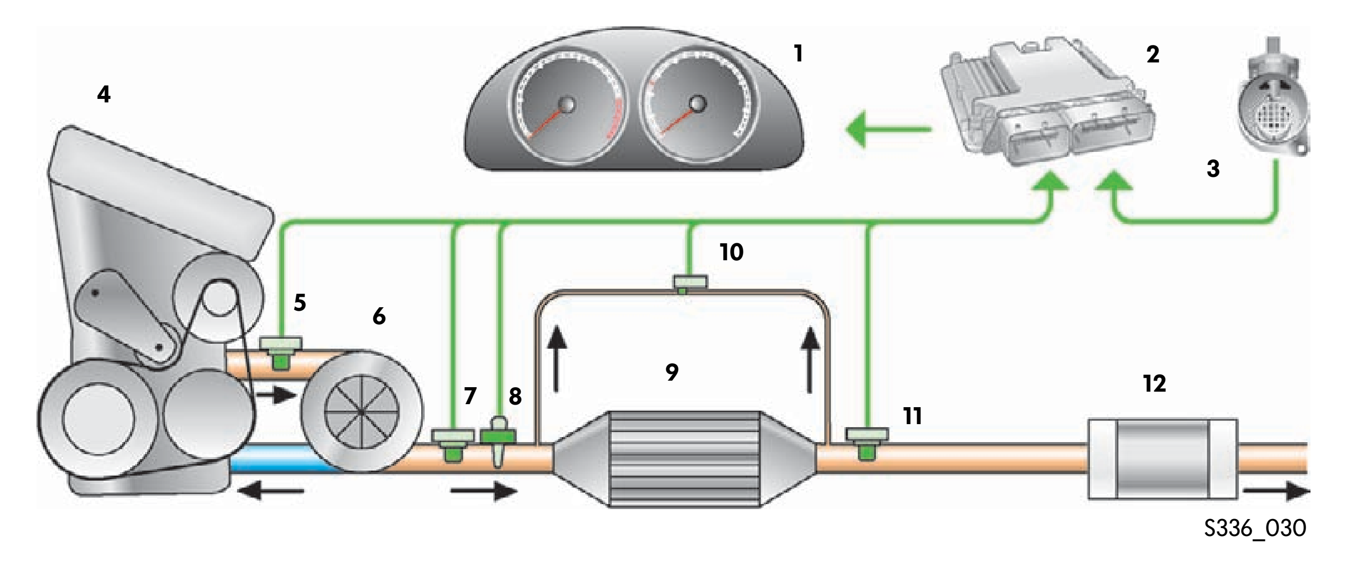
Ce système est utilisé sur les véhicules dont le filtre à particules est situé à proximité du moteur. En raison de la faible distance qui sépare les gaz émanant du moteur et le filtre à particules, la température des gaz d'échappement est suffisamment élevée pour la combustion des particules.





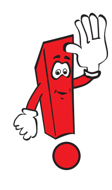
Le système du filtre à particules catalysé

Le schéma ci-dessous représente les composants du système de filtre à particules.



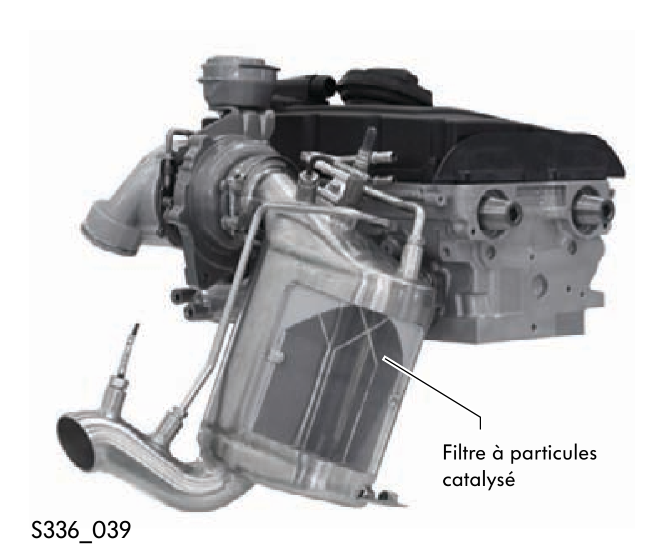
S336_030

1 Calculateur dans le porte-instruments J285
2 Calculateur du moteur
3 Débitmètre d'air massique
4 Moteur diesel
5 Transm. de température en amont du turbocompresseur G507
6 Turbocompresseur
7 Transm. de température en amont du filtre à particules G506
8 Sonde lambda G39
9 Filtre à particules
10 Détecteur de pression 1 des gaz d'échappement G450
11 Transm. de température en aval du filtre à particules G527
12 Silencieux



Le schéma représente un système d'échappement à flux unique. En cas de systèmes d'échappement à flux multiples, le filtre à particules ainsi que les détecteurs sont montés sur chaque ligne d'échappement.

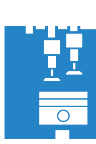
Le filtre à particules

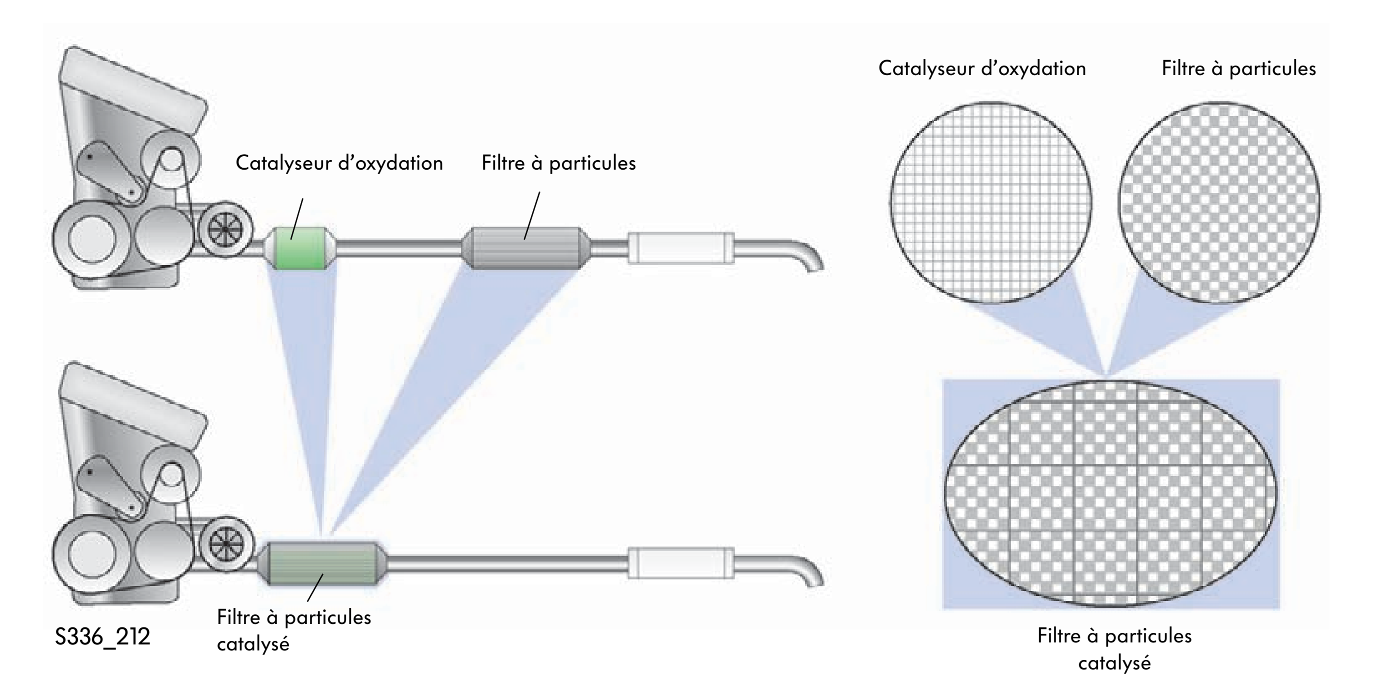


S336_039

Le filtre à particules catalysé est intégré à la ligne d'échappement en aval du turbocompresseur, à proximité du moteur.

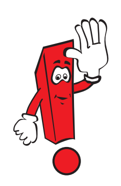
Le filtre à particules catalysé est le résultat de deux composants réunis en un seul et même système : le catalyseur d'oxydation et le filtre à particules. Il s'agit donc d'un système qui associe à la fois les fonctions d'un catalyseur d'oxydation et celle d'un filtre à particules.





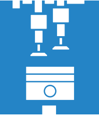
S336_212

En tant que filtre à particules, ce système filtre les particules de suie émises par les gaz d'échappement. En tant que catalyseur d'oxydation, il assure la fonction de dépollution des hydrocarbures (HC) et du monoxyde de carbone (CO) émanant des gaz d'échappement en les convertissant en eau (H_2O) et en dioxyde de carbone (CO_2).



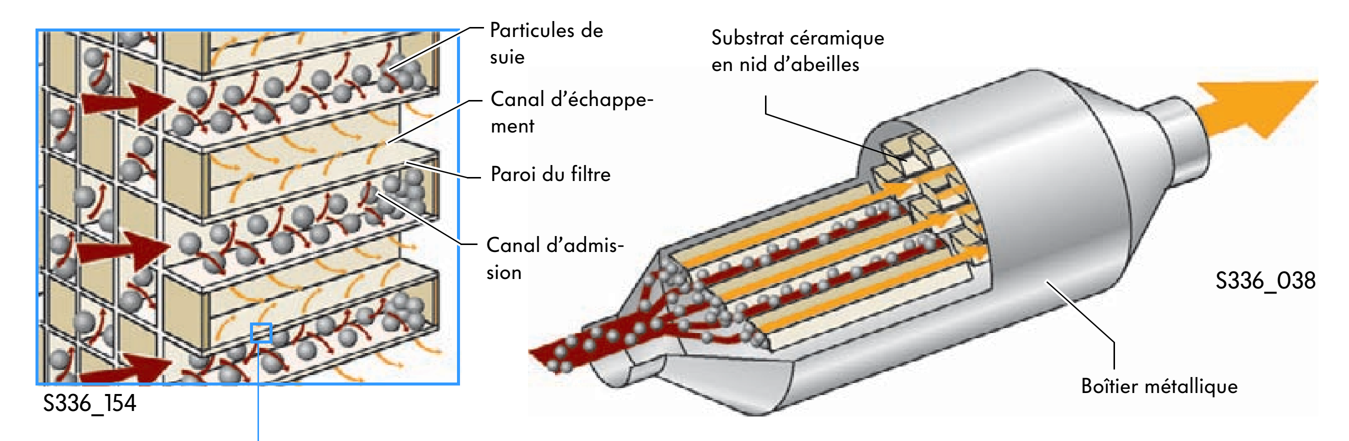
Des informations détaillées au sujet du catalyseur d'oxydation figurent dans le programme autodidactique N° 124 « Moteur diesel catalysé ».

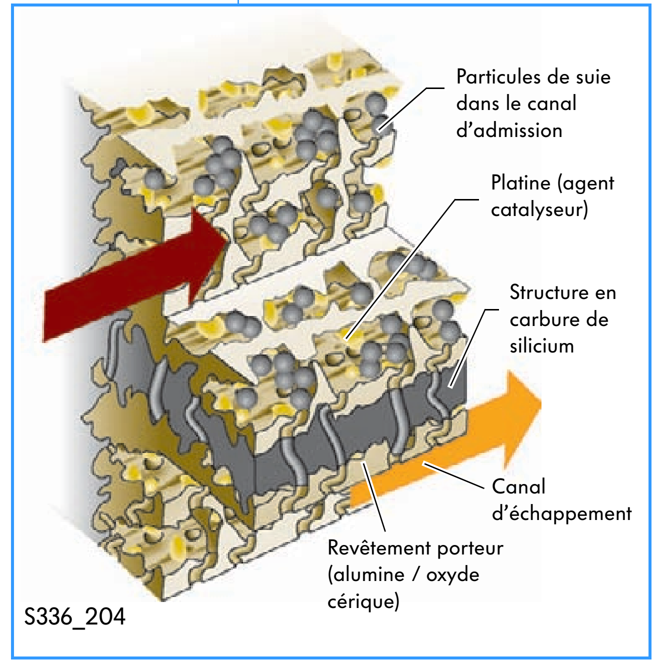
Conception et fonctionnement



Conception

Le filtre à particules est constitué d'un substrat céramique en nid d'abeilles fait de carbure de silicium qui est implanté dans un boîtier métallique. Le substrat céramique est composé d'une multitude de minuscules canaux disposés en parallèle et fermés en alternance, formant ainsi des canaux d'admission et d'échappement séparés par les parois du filtre.





Composées de carbure de silicium, les parois du filtre sont poreuses. La structure en carbure de silicium est recouverte d'un mélange d'alumine et d'oxyde cérique.
Ce mélange constitue le revêtement porteur du catalyseur. Ce revêtement porteur est recouvert d'un métal précieux, le platine, qui assure le rôle de catalyseur.

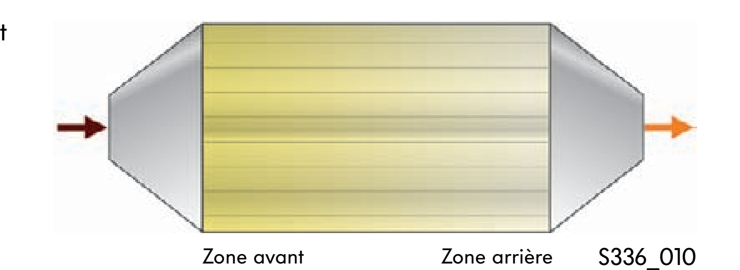
Un catalyseur est une substance permettant d'accélérer ou d'empêcher une réaction chimique tout en sortant intacte du processus.

Fonctionnement

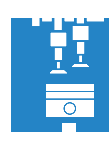
Étant donné que les canaux sont fermés en alternance dans le sens de l'admission et de l'échappement, les gaz d'échappement chargés de particules sont forcés de traverser les parois poreuses du filtre en carbure de silicium. Les particules sont ainsi retenues dans les canaux d'admission, ce qui n'est cependant pas le cas des composants gazeux.

Les zones de revêtement du filtre à particules

Le filtre à particules nécessite une certaine longueur pour que le volume d'accumulation de particules soit relativement grand. Il doit en outre être recouvert d'une certaine quantité de platine pour pouvoir fournir l'effet catalytique souhaité.
Le revêtement catalytique du filtre à particules comprend plusieurs zones réparties sur toute la longueur du filtre.



S336_010



La zone avant est recouverte d'une quantité importante de platine. Dans la zone arrière, le platine n'est présent qu'en faible quantité.
Un tel revêtement par zones présente les avantages suivants :

- En mode de fonctionnement normal du moteur, la température du filtre à particules augmente rapidement dans la zone avant. La forte concentration de platine, agent catalyseur, dans la zone avant accélère l'effet catalyseur du filtre. On parle également de la rapidité de mise en action du filtre à particules.

- En mode de régénération, la partie arrière du filtre à particules devient très chaude en raison de la combustion des particules. Soumis à des températures aussi élevées, le platine s'altère à long terme. C'est pourquoi, ce métal noble et onéreux que constitue le platine n'est appliqué qu'en faible quantité dans la zone arrière.

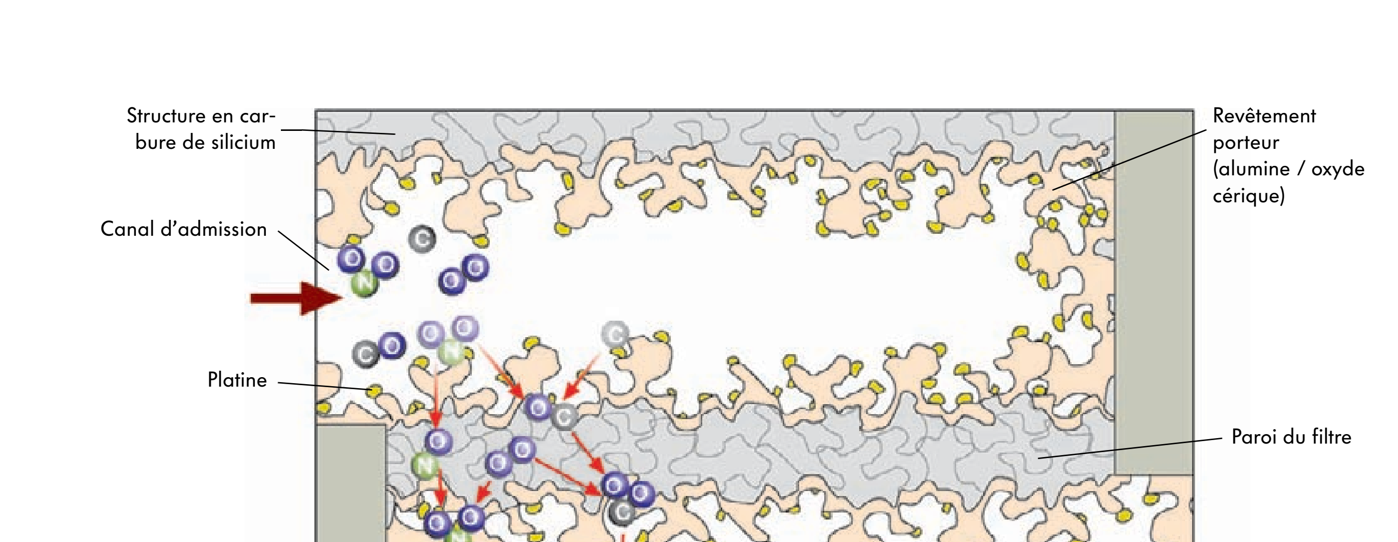
- Le vieillissement du filtre à particules justifie également la présence de platine en faible en quantité dans la zone arrière. Lors du fonctionnement du filtre, des résidus provenant de la combustion s'accumulent sans cesse dans la zone arrière, ce qui entraîne une diminution de l'effet catalytique du platine.

La régénération

Afin d'éviter au filtre à particules de s'obstruer et de lui assurer un fonctionnement optimal, les particules de suie doivent être régulièrement éliminées. La régénération consiste à brûler (oxyder) les particules de suie accumulées sur le filtre. Concernant la régénération du filtre à particules catalysé, il convient de distinguer entre la régénération active et la régénération passive. La régénération s'effectue de manière indiscernable par le conducteur.

Régénération passive

En mode de régénération passive, les particules de suie sont brûlées en continu sans intervention de l'électronique de gestion moteur. En raison de la proximité du filtre à particules par rapport au moteur, les températures des gaz d'échappement peuvent atteindre 350-500 °C en condition de roulage sur autoroute par exemple. Les particules de suie sont alors transformées en dioxyde de carbone par le biais d'une réaction chimique avec du dioxyde d'azote. Ce processus par étapes s'effectue lentement et en continu grâce au revêtement en platine qui fait office de catalyseur.



S336_184

Fonctionnement

Par l'action du revêtement en platine sur les oxydes d'azote (NO_X) et l'oxygène (O_2) contenus dans les gaz d'échappement, il se forme du dioxyde d'azote (NO_2).
$NO_X + O_2$ = formation de NO_2

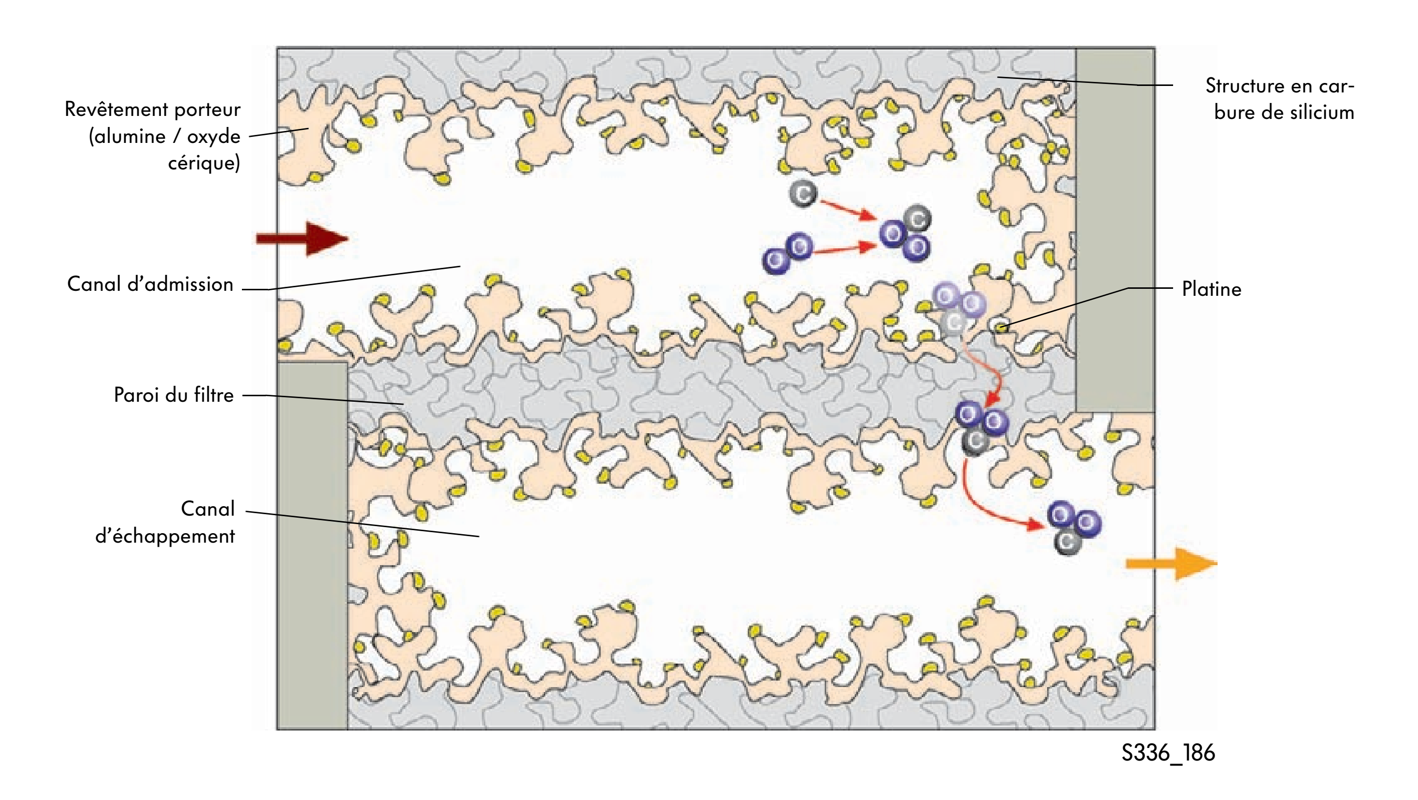
Le dioxyde d'azote (NO_2) réagit avec le carbone (C) des particules de suie pour former du monoxyde de carbone (CO) et du monoxyde d'azote (NO).
NO_2 + C = formation de CO + NO

Le monoxyde de carbone (CO) et le monoxyde d'azote (NO) en combinaison avec l'oxygène (O_2) libèrent du dioxyde d'azote (NO_2) et du dioxyde de carbone (CO_2).
CO + NO + O_2 = formation de $NO_2 + CO_2$

Régénération active

En mode de régénération active, la combustion des particules s'effectue grâce à une élévation contrôlée de la température des gaz d'échappement provoquée par l'électronique de gestion moteur. En condition d'utilisation urbaine caractérisée par une faible charge du moteur, la température des gaz d'échappement n'est pas suffisamment élevée pour permettre une régénération passive du filtre. Les particules ne pouvant plus être éliminées dans ces conditions, elles s'accumulent dans le filtre. Une régénération active provoquée par le système de gestion moteur entre en jeu dès que le filtre a atteint son niveau d'encrassement maximal. Ce processus dure environ 10 minutes.

Lorsque la température des gaz d'échappement atteint 600-650 °C, les particules de suie sont transformées en dioxyde de carbone.



Fonctionnement

Lors de la régénération active, la combustion des particules est due à la température élevée des gaz d'échappement. Le carbone des particules subit alors une oxydation par l'oxygène et se transforme en dioxyde de carbone.

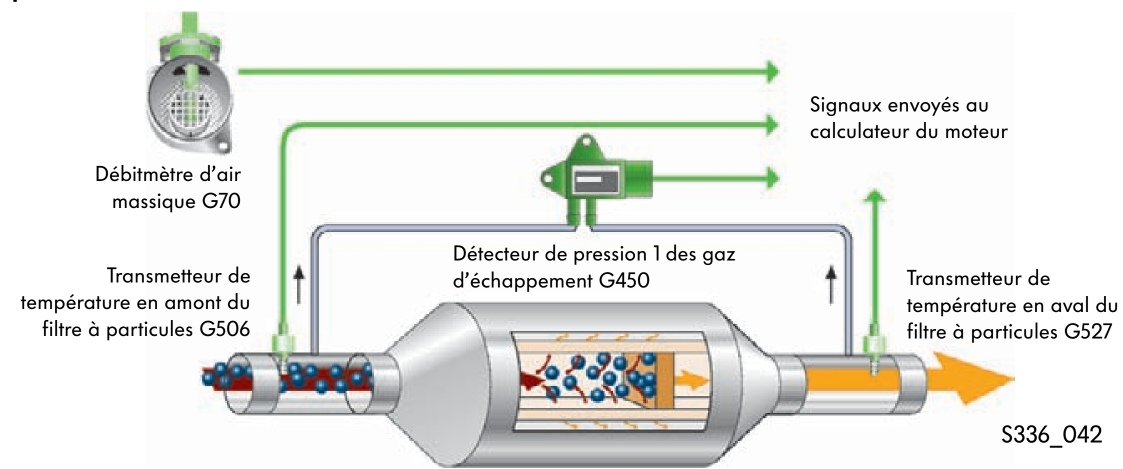
C + O_2 = formation de CO_2

Conception et fonctionnement

Fonctionnement de la régénération active

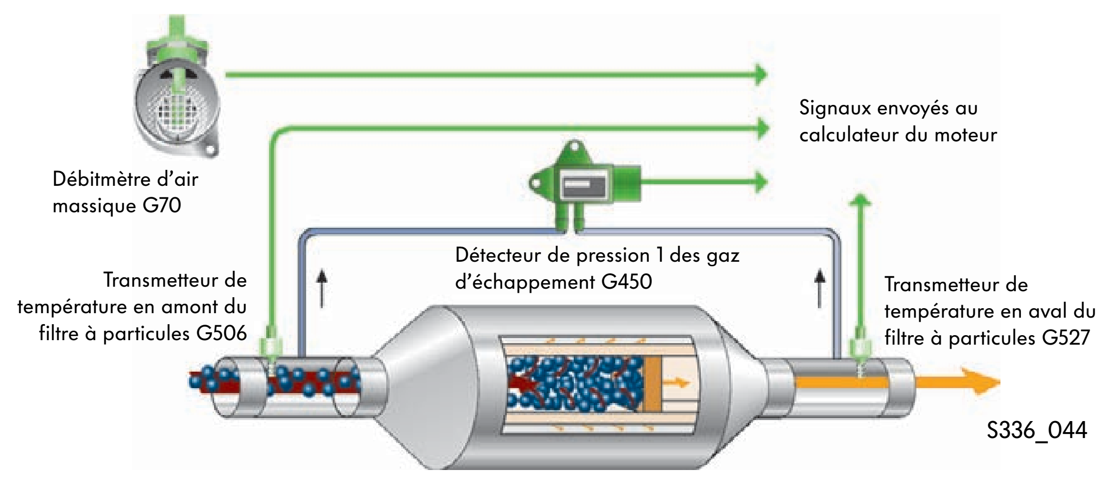
Les particules de suie sont retenues dans les canaux d'admission. En analysant les signaux du débitmètre d'air massique, des transmetteurs de température en amont et en aval du filtre à particules ainsi que du détecteur de pression 1 des gaz d'échappement, le calculateur du moteur détecte la présence de suie sur le filtre à particules.

Filtre à particules vide



Filtre à particules vide = faible résistance à l'écoulement

Filtre à particules plein



Filtre à particules plein = forte résistance à l'écoulement

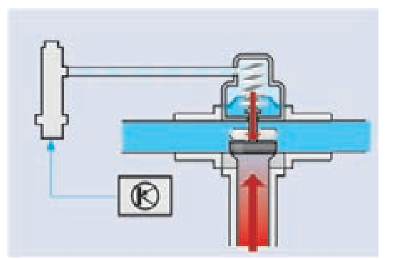
Le processus de régénération active est déclenché par le système de gestion moteur dès que le niveau d'accumulation de suie a atteint un seuil maximal.

La régénération active pilotée par l'électronique de gestion moteur

Le calculateur du moteur détermine l'état de charge du filtre en fonction de la résistance à l'écoulement du filtre. Une forte résistance à l'écoulement indique un risque de colmatage du filtre. Le calculateur du moteur déclenche le processus de régénération active. À cet effet,

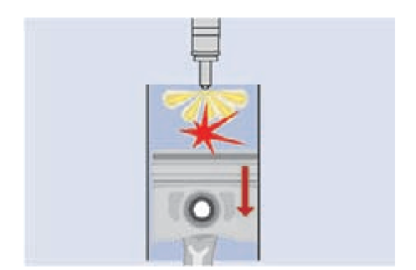


- le recyclage des gaz d'échappement est coupé afin d'augmenter la température de combustion,



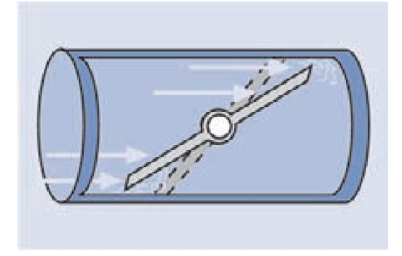
S336_124

- suite à une injection principale avec une quantité réduite de carburant, à 35° de rotation du vilebrequin après le point mort haut du piston, une post-injection est amorcée afin d'augmenter la température des gaz d'échappement,



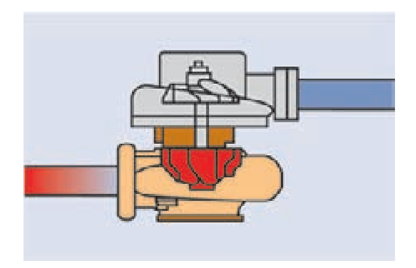
S336_126

- l'arrivée d'air d'admission est régulée par le papillon à commande électrique et



S336_120

- la pression de suralimentation est adaptée afin qu'aucune modification du couple ne soit perçue par le conducteur durant le processus de régénération.



S336_122

Ces mesures ont pour but d'augmenter de manière ciblée et pour une courte durée la température des gaz d'échappement à environ 600 - 650 °C. Dans cette plage de température, la suie accumulée se transforme par oxydation en dioxyde de carbone. Une fois la régénération active terminée, le filtre à particules redevient opérationnel et peut à nouveau filtrer les particules de suie provenant des gaz d'échappement.

Conception et fonctionnement



Le niveau d'encrassement par la suie du filtre à particules

Le niveau d'encrassement par la suie du filtre à particules est surveillé en permanence par le calculateur du moteur qui calcule la résistance à l'écoulement du filtre. La résistance à l'écoulement est déterminée sur la base d'une comparaison établie entre le débit volumétrique des gaz d'échappement en amont du filtre à particules et la pression différentielle mesurée en amont et en aval du filtre à particules.

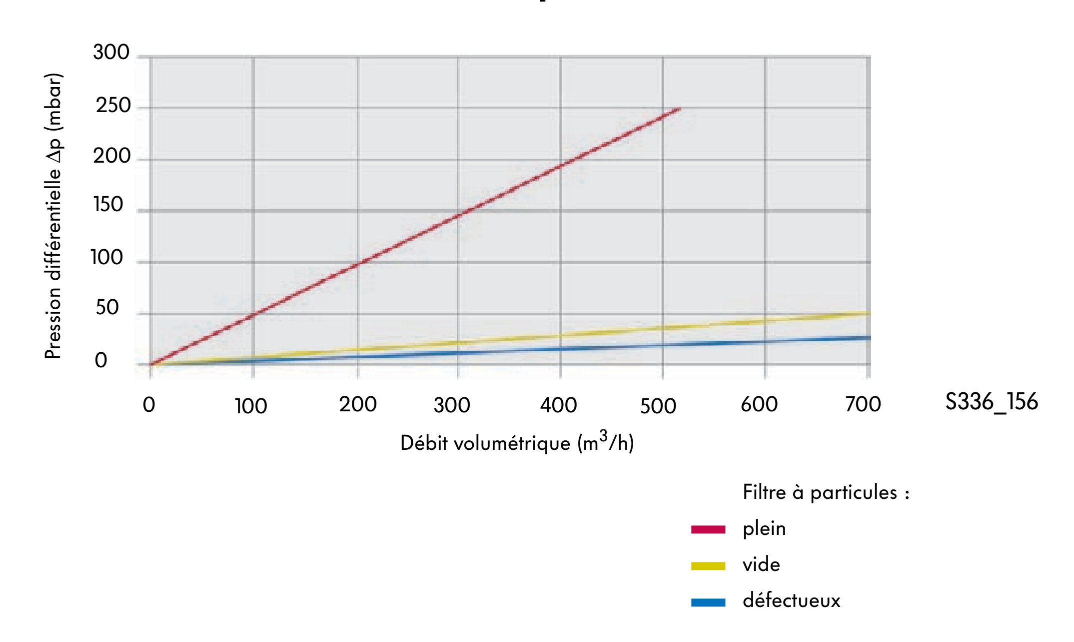
Pression différentielle

La pression différentielle du flux d'air en amont et en aval du filtre à particules est calculée par le détecteur de pression 1 des gaz d'échappement.

Débit volumétrique des gaz

Le débit volumétrique des gaz est établi par le calculateur du moteur à partir du débit d'air massique dans le canal d'échappement et de la température des gaz d'échappement en amont du filtre à particules. Le débit massique des gaz d'échappement correspond environ au débit d'air massique calculé par le débitmètre d'air massique dans le canal d'admission. Le volume massique des gaz d'échappement dépend de la température mesurée par les transmetteurs de température en amont et en aval du filtre à particules.
Sur la base du débit massique des gaz d'échappement et en tenant compte de la température des gaz, le calculateur du moteur peut déterminer le débit volumétrique des gaz d'échappement.

Résistance à l'écoulement du filtre à particules

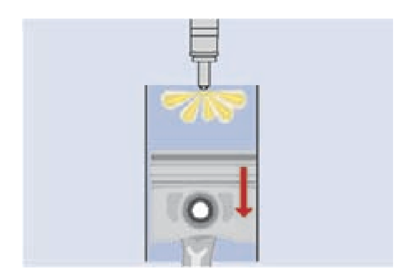


Le calculateur du moteur compare la pression différentielle avec le débit volumétrique des gaz d'échappement et obtient ainsi la résistance à l'écoulement du filtre à particules. La résistance à l'écoulement permet au calculateur du moteur de déterminer le niveau d'encrassement par la suie du filtre.

La post-injection en régime de décélération

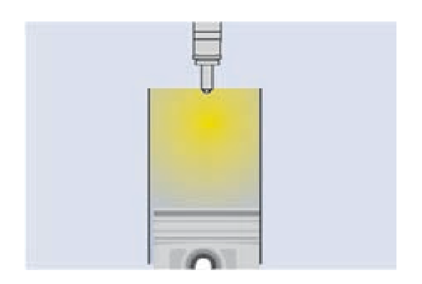
Lors d'un cycle de conduite en conditions urbaines extrêmes impliquant de fortes variations de charge du moteur ainsi que de fréquentes phases de décélération, des mesures particulières sont nécessaires pour permettre le nettoyage du filtre. Le carburant n'étant normalement plus injecté dans les cylindres en phase de décélération, les gaz d'échappement ne peuvent pas atteindre la température nécessaire pour permettre la régénération du filtre à particules.

En phase de décélération, à env. 35° de rotation du vilebrequin après le point mort haut du piston, une faible quantité de carburant est injectée.



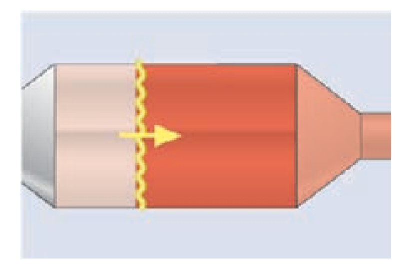
S336_128

Étant donné qu'aucune injection principale n'a lieu lorsque le piston se trouve au point mort haut, le carburant ne brûle pas dans le cylindres mais il s'évapore.



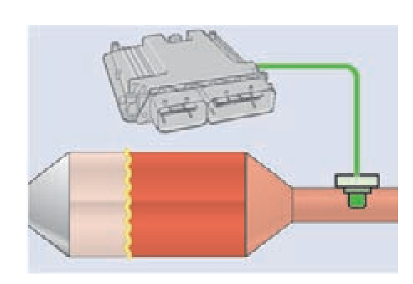
S336_130

En brûlant dans le filtre à particules, ces vapeurs de carburant génèrent de la chaleur qui permet alors aux gaz d'échappement d'atteindre la température nécessaire à la régénération du filtre à particules.



S336_202

Le transmetteur de température en aval du filtre à particules surveille la température des gaz d'échappement en aval du filtre à particules.
La quantité de carburant nécessaire pour la post-injection en phase de décélération peut ainsi être régulée.



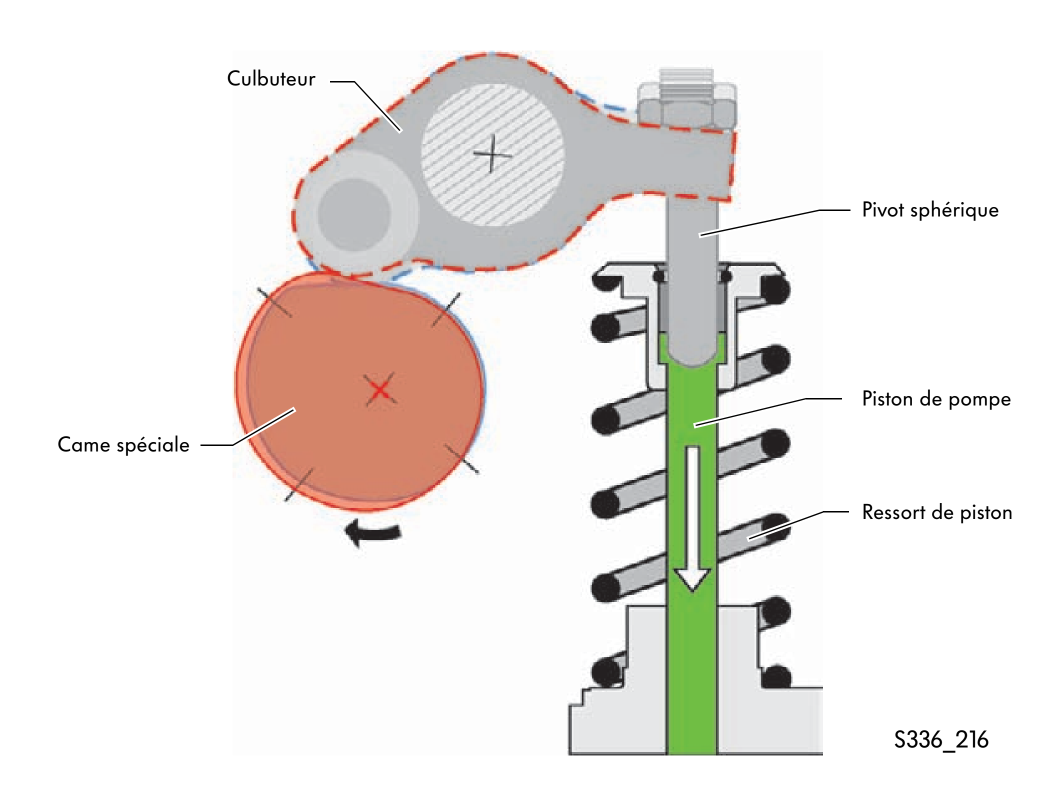
S336_200

Conception et fonctionnement

Came spéciale d'injecteur-pompe

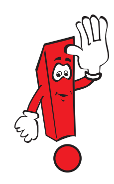
Sur les moteurs diesel avec système d'injection à injecteurs-pompes et filtre à particules, le profil de la came d'injecteur-pompe est adaptée à la post-injection.

Par rapport aux moteurs sans filtre à particules, cette came spéciale est conçue de manière à ce que la course du piston de pompe en direction du point mort bas soit retardée. Ainsi, une course suffisante reste encore disponible pour permettre une post-injection ultérieurement.



Profil de la came sur les moteurs diesel avec système à injecteurs-pompes sans filtre à particules

Profil de la came sur les moteurs diesel avec système à injecteurs-pompes et filtre à particules



Lors de la repose de l'unité d'injecteurs-pompes, tenir compte des instructions de réglage figurant dans le Manuel de Réparation.



Transmetteur de température en amont du filtre à particules **G506**

Transmetteur de température en amont du turbocompresseur **G507**

Transmetteur de température en aval du filtre à particules **G527**

Détecteur de pression 1 des gaz d'échappement **G450**

Sonde lambda **G39**

Débitmètre d'air massique **G70**

Transmetteur d'indicateur de niveau de carburant **G**

Bus de données CAN

Calculateur de système d'injection directe diesel **J248**

Fiche de diagnostic

Calculateur dans le porte-instruments **J285**

Témoin de filtre à particules **K231**

Témoin de temps de préchauffage **K29**

Chauffage de sonde lambda **Z19**

Vannes d'injecteurs-pompes **N240-N243**

Bloc d'électrovannes avec :
Soupape de recyclage des gaz **N18**
Électrovanne de limitation de pression de suralimentation **N75**

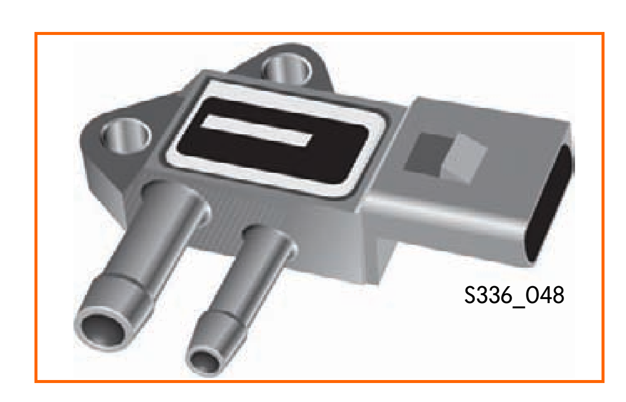
Moteur de volet de tubulure d'admission **V157**

S336_106

Le détecteur de pression 1 des gaz d'échappement G450

Exploitation des signaux

Le détecteur de pression 1 des gaz d'échappement mesure la différence de pression du flux des gaz d'échappement en amont et en aval du filtre à particules. Le signal du détecteur de pression des gaz d'échappement, les signaux des transmetteurs de température en amont et en aval du filtre à particules ainsi que le signal du débitmètre d'air massique constituent un ensemble de données indissociables pour la détermination de l'état de charge du filtre à particules.


S336_048



Conséquences en cas d'absence de signal

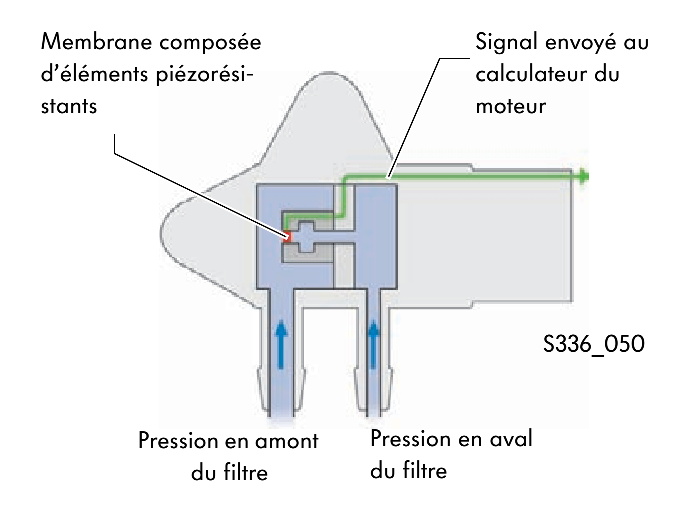
En cas d'absence de signal en provenance du détecteur de pression, la régénération du filtre s'effectue d'abord de manière cyclique après une certaine distance parcourue ou un certain nombre d'heures de fonctionnement. La régénération du filtre ne peut cependant pas s'effectuer indéfiniment dans ces conditions de manière fiable.

Au terme d'un nombre de cycles prédéfini, le témoin de filtre à particules, suivi du témoin clignotant de temps de préchauffage apparaissent sur le porte-instruments. Le conducteur est alors prié de se rendre dans un atelier.

Structure

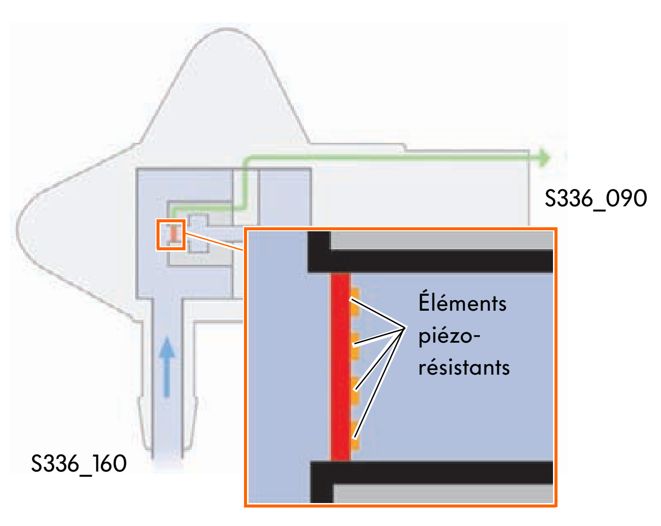
Le détecteur de pression 1 des gaz d'échappement est muni de deux raccords de pression, l'un d'entre eux menant au flux des gaz d'échappement en amont du filtre à particules via une conduite de pression et l'autre au flux des gaz d'échappement en aval du filtre à particules.

Le transmetteur renferme une membrane composée d'éléments piézorésistants sur laquelle agissent les pressions respectives des gaz d'échappement.



S336_050

Principe de fonctionnement :



Pression en amont du filtre = pression en aval du filtre

Filtre à particules vide

Lorsque le filtre est très peu chargé en particules de suie, la pression des gaz est quasiment identique en amont et en aval du filtre à particules.
La membre composée d'éléments piézorésistants est en position de repos.



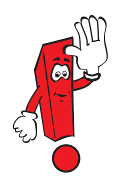
S336_092

S336_162

Pression en amont du filtre > pression en aval du filtre

Filtre à particules plein

Si de la suie s'est accumulée dans le filtre à particules, la pression des gaz d'échappement en amont du filtre à particules augmente en raison d'un volume d'écoulement réduit.
La pression des gaz d'échappement en aval du filtre demeure quasiment identique. La membrane se déforme en fonction de la différence de pression. Cette déformation entraîne une modification des valeurs de résistance électrique des éléments piézorésistants qui sont reliés par câble à un pont de mesure. La tension de sortie de ce pont de mesure est traitée par l'électronique du détecteur, amplifiée, puis envoyée au calculateur du moteur en tant que tension de signal. Sur la base de ce signal,
le calculateur du moteur détermine l'état de charge du filtre à particules et enclenche un processus de régénération permettant le nettoyage du filtre.



À l'aide du système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information VAS 5051, il est possible de lire l'état de charge du filtre à particules en tant que « coefficient de charge du filtre » dans un bloc de valeur de mesure.

Le transmetteur de température en amont du filtre à particules G506


S336_100


S336_187



Le transmetteur de température en amont du filtre à particules est un capteur CTP. Dans le cas d'un capteur CTP (à coefficient de température positif), la résistance augmente lorsque la température augmente.

Il est logé dans la ligne d'échappement en amont du filtre à particules et mesure la température des gaz d'échappement à cet endroit.

Exploitation des signaux

À partir des signaux des transmetteurs de température en amont et en aval du filtre à particules, le calculateur du moteur calcule le débit volumétrique des gaz d'échappement afin de pouvoir déterminer l'état de charge du filtre à particules.

Les signaux des transmetteurs de température en amont et en aval du filtre à particules, le signal du débitmètre d'air massique ainsi que le signal du détecteur de pression des gaz d'échappement constituent un ensemble de données indissociables pour la détermination de l'état de charge du filtre à particules.

Utilisé, par ailleurs, pour sa fonction de protection des composants, le signal du transmetteur de température en amont du filtre à particules permet d'éviter que le filtre à particules soit soumis à des températures excessives des gaz d'échappement.

Conséquences en cas d'absence de signal

En cas d'absence de signal en provenance du transmetteur de température en amont du filtre à particules, la régénération du filtre s'effectue d'abord de manière cyclique après une certaine distance parcourue ou un certain nombre d'heures de fonctionnement.

La régénération du filtre ne peut cependant pas s'effectuer indéfiniment dans ces conditions de manière fiable. Au terme d'un nombre de cycles prédéfini, le témoin de filtre à particules, suivi du témoin clignotant de temps de préchauffage apparaissent sur le porte-instruments. Le conducteur est alors prié de se rendre dans un atelier.

Le transmetteur de température en aval du filtre à particules G527


S336_100


S336_189

Le transmetteur de température en aval du filtre à particules est un capteur CTP.

Il est logé dans la ligne d'échappement en aval du filtre à particules et mesure la température des gaz d'échappement à cet endroit.

Exploitation des signaux

Le calculateur du moteur utilise le signal du transmetteur de température en aval du filtre à particules afin de pouvoir réguler la quantité de carburant nécessaire pour la post-injection en phase de décélération.

Plus la température des gaz d'échappement en aval du filtre à particules est élevée, plus la quantité de carburant à injecter est faible.

Utilisé pour sa fonction de protection des composants, le signal du transmetteur de température en aval du filtre à particules permet d'éviter que le filtre à particules soit soumis à des températures excessives des gaz d'échappement.

Conséquences en cas d'absence de signal

En cas d'absence de signal en provenance du transmetteur de température en aval du filtre à particules, la régénération du filtre s'effectue d'abord de manière cyclique après une certaine distance parcourue ou un certain nombre d'heures de fonctionnement.

La régénération du filtre ne peut cependant pas s'effectuer indéfiniment dans ces conditions de manière fiable. Au terme d'un nombre de cycles prédéfini, le témoin de filtre à particules, suivi du témoin clignotant de temps de préchauffage apparaissent sur le porte-instruments. Le conducteur est alors prié de se rendre dans un atelier.

Le transmetteur de température en amont du turbocompresseur G507


S336_096


S336_215



Le transmetteur de température en amont du turbocompresseur est un capteur CTP. Il est logé dans la ligne d'échappement en amont du turbocompresseur et mesure la température des gaz d'échappement à cet endroit.

Exploitation des signaux

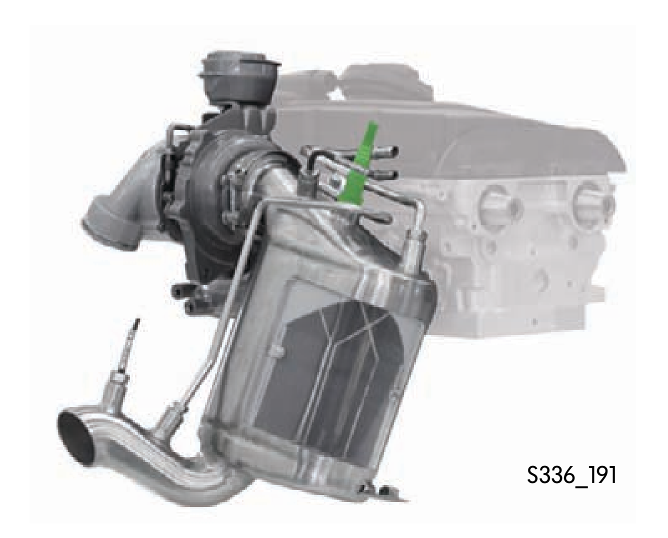
Le calculateur du moteur a besoin du signal du transmetteur de température en amont du turbocompresseur pour déterminer le point d'injection et la quantité de carburant nécessaire pour la post-injection lors du processus de régénération. L'augmentation de température des gaz d'échappement nécessaire à la combustion des particules de suie est alors possible.
Le signal permet en outre d'éviter que le turbocompresseur soit soumis à des températures excessives pendant la régénération.

Conséquences en cas d'absence de signal

En cas d'absence de signal en provenance du transmetteur de température en amont du turbocompresseur, le turbocompresseur n'est plus protégé contre d'éventuelles surchauffes. La régénération du filtre à particules ne s'effectue plus.
Le témoin de temps de préchauffage informe le conducteur de la nécessité de se rendre dans un atelier. Afin de réduire les émissions de suie, le recyclage des gaz d'échappement est désactivé.

La sonde lambda G39


S336_098


S336_191



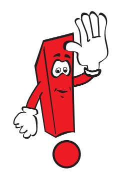
La sonde lambda est un modèle de sonde à large bande, située dans le collecteur d'échappement, en amont du catalyseur d'oxydation.

Exploitation des signaux

La sonde lambda permet de définir dans une importante plage de mesure la proportion d'oxygène contenue dans les gaz d'échappement. Dans le cadre d'un fonctionnement en association le système de filtre à particules, le calculateur du moteur utilise le signal émis par la sonde lambda pour déterminer précisément la quantité et le point d'injection adaptés pour la post-injection lors du processus de régénération. Une régénération efficace du filtre à particules nécessite une proportion minimale d'oxygène dans les gaz d'échappement ainsi qu'une température élevée et stable des gaz d'échappement. Une telle régulation est rendue possible par le signal de la sonde lambda en association avec le signal du transmetteur de température en amont du turbocompresseur.

Conséquences en cas d'absence de signal

La régénération du filtre à particules est imprécise mais reste cependant fiable.
En cas de défaillance de la sonde lambda, il peut s'ensuivre une production accrue d'oxydes d'azote.



Des informations détaillées au sujet de la sonde lambda à large bande figurent dans le programme autodidactique N° 231 « Diagnostic embarqué européen pour moteurs à essence ».

Le débitmètre d'air massique G70

Le débitmètre d'air massique à film chaud est monté dans le canal d'admission. Il permet au calculateur du moteur de déterminer la masse d'air effectivement admise.


S336_220



Exploitation des signaux

Dans le cadre d'un fonctionnement en association le système de filtre à particules, le calculateur du moteur utilise le signal émis par le débitmètre d'air massique pour calculer le débit volumétrique des gaz d'échappement afin de pouvoir déterminer l'état de charge du filtre à particules.

Le signal du débitmètre d'air massique, les signaux des transmetteurs de température en amont et en aval du filtre à particules ainsi que le signal du détecteur de température des gaz d'échappement constituent un ensemble de données indissociables pour la détermination de l'état de charge du filtre à particules.

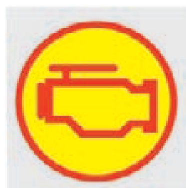
Conséquences en cas d'absence de signal

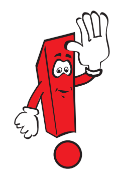
En cas d'absence de signal en provenance du débitmètre d'air massique, la régénération du filtre s'effectue d'abord de manière cyclique après une certaine distance parcourue ou un certain nombre d'heures de fonctionnement.

La régénération du filtre ne peut cependant pas s'effectuer indéfiniment dans ces conditions de manière fiable. Au terme d'un nombre de cycles prédéfini, le témoin de filtre à particules, suivi du témoin clignotant de temps de préchauffage apparaissent sur le porte-instruments.
Le conducteur est alors prié de se rendre dans un atelier.

Le témoin de dépollution K83 (MIL)

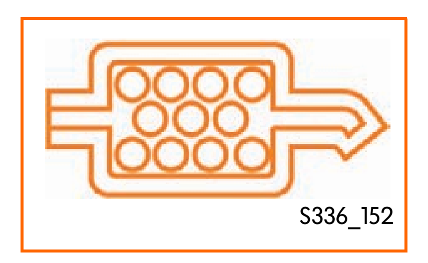
Les composants du système de filtre à particules ayant une influence sur l'homogénéité de la composition des gaz d'échappement sont contrôlés à l'aide du système de diagnostic embarqué européen (EOBD) en vue de détecter d'éventuels défauts ou dysfonctionnements.
Le témoin de dépollution (MIL=Malfunction Indicator light) indique les défauts détectés par le système EOBD.


S336_188



Des informations détaillées au sujet du témoin de dépollution et du système EOBD figurent dans le programme autodidactique N° 315 « Diagnostic embarqué européen pour moteurs diesel ».

Le témoin de filtre à particules K231


S336_152

Le témoin de filtre à particules est situé sur le porte-instruments. Il s'allume lorsque le filtre à particules ne peut être régénéré en raison de déplacements de courte distance extrêmement fréquents.

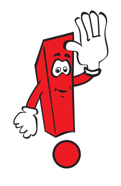
Fonction



Des trajets de courte distance éffectués sur une durée prolongée sont susceptibles de nuire au processus de régénération du filtre à particules étant donné que les gaz d'échappement ne peuvent pas atteindre la température requise. La régénération ne pouvant pas s'effectuer, le filtre est exposé à un risque d'endommagement ou de colmatage dû à une surcharge en suie. Afin d'éviter que de tels phénomènes se produisent, le témoin de filtre à particules apparaît sur le porte-instruments dès que le niveau d'accumulation de suie a atteint un certain seuil limite.

Ce signal indique au conducteur que le véhicule doit être maintenu à une vitesse si possible stable de plus de 60 km/h pendant environ 15 minutes. Un cycle de conduite en 4e ou en 5e vitesse dans une plage de régime d'environ 2000 tr/mn permet d'obtenir un nettoyage optimal du filtre à particules.
Au terme de cette opération, le témoin de filtre à particules doit s'éteindre.

Si toutefois le témoin de filtre à particules ne s'éteint toujours pas au terme de cette opération, le témoin de temps de préchauffage s'allume et le message « Dysfonctionnement moteur Atelier » apparaît sur l'afficheur du porte-instruments. Le conducteur est alors prié de se rendre dans l'atelier le plus proche.



Des instructions précises concernant le comportement routier à adopter lorsque le témoin de filtre à particules s'allume figurent dans la Notice d'Utilisation du véhicule ! Les consignes de sécurité routière ainsi que les limitations de vitesses doivent dans tous les cas être respectées !



Schéma de fonctionnement

Kl. 30
Kl. 15
J317
K231
J533
J285
S
S
S
V157
G39
N18
N75
Z19
J248
S336_034
G70
G450
G527
G507
G506
N240 N241 N242 N243

G39 Sonde lambda
G70 Débitmètre d'air massique
G450 Détecteur de pression 1 des gaz d'échappement
G506 Transm. de température en amont du filtre à particules
G527 Transm. de température en aval du filtre à particules
G507 Transm. de température en amont du turbocompresseur
J248 Calculateur de système d'injection diesel
J285 Calculateur dans le porte-instruments
J317 Relais d'alimentation en tension - borne 30
J533 Interface de diagnostic du bus de données
K231 Témoin de filtre à particules
N240-N243 Vannes d'injecteurs-pompes

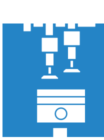
N18 Soupape de recyclage des gaz
N75 Électrovanne de limitation de pression de suralimentation
V135 Pompe pour additif de filtre à particules
V157 Moteur de volet de tubulure d'admission
Z19 Chauffage de sonde lambda

Codage de couleur / légende

= Signal d'entrée
= Signal de sortie
= Plus
= Masse
= Bus de données CAN

Conduite sur de courtes distances

Pour amorcer le processus de régénération du filtre à particules, l'électronique de gestion moteur génère une élévation contrôlée de la température des gaz d'échappement.
En cas de trajets effectués constamment sur de courtes distances, il n'est pas possible d'augmenter suffisamment la température des gaz d'échappement. La régénération ne peut pas s'effectuer correctement. Le filtre étant alors fortement chargé de particules de suie, la combustion des particules de suie au cours des processus de régénération suivants peut provoquer une surchauffe et endommager le filtre à particules. En cas d'encrassement par la suie trop important, le filtre risque également de se boucher. Un tel colmatage du filtre peut conduire à un arrêt du moteur.
Afin d'éviter que de tels phénomènes se produisent, le témoin de filtre à particules s'active sur le porte-instruments dès que le niveau d'encrassement du filtre a atteint un certain seuil limite ou qu'un certain nombre de régénérations insatisfaisantes a eu lieu.
Le conducteur est alors prié d'augmenter la vitesse du véhicule pendant un court instant afin que les gaz d'échappement puissent atteindre la température nécessaire à la régénération du filtre.



Adéquation du carburant

Il importe de veiller à ce que le carburant soit conforme à la norme DIN mentionnée dans la Notice d'Utilisation.

L'utilisation de biogazole n'est pas possible. En raison de la post-injection nécessaire à la régénération du filtre à particules, du carburant non brûlé, adhérant à la paroi du cylindre, est susceptible de pénétrer dans l'huile moteur sous l'effet de déplacement du piston. En mode de fonctionnement normal, le gazole traditionnel s'évapore en grande partie de l'huile. En raison de sa température d'ébullition plus élevée, le biogazole ne peut pas s'évaporer complètement, ce qui entraîne une dilution de l'huile et peut endommager le moteur.

L'utilisation d'un carburant présentant une forte teneur en soufre se traduit par un mauvais fonctionnement du filtre à particules associé à une consommation de carburant élevée due à des processus de régénération répétés.

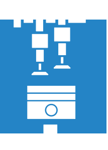
Limites du système

Les émissions

Un cycle de conduite pendant lequel s'effectue une régénération du filtre peut s'accompagner d'une production accrue d'émissions polluantes. Pendant la régénération, une reáction d'oxydation de la suie en dioxyde de carbone (CO_2) s'opère. En cas de manque d'oxygène lors de ce processus, il se forme également du monoxyde de carbone (CO).

La coupure du recyclage des gaz d'échappement entraîne une production légèrement accrue d'oxydes d'azote.

Pour déterminer les taux de rejets polluants, un contrôle antipollution (nouveau cycle de test européen NEFZ) est effectué. Lors de ce contrôle, les valeurs d'un cycle avec et sans processus de régénération sont analysées. Les valeurs mesurées doivent permettre au véhicule de respecter la norme antipollution Euro 4.



1. Que signifie l'expression « régénération passive » du filtre à particules ?

☐ a) Les particules de suie sont piégées dans le filtre à particules et doivent être brûlées lors de la prochaine intervention de maintenance par le biais d'une procédure de combustion lancée à l'aide du VAS 5051.

☐ b) La combustion des particules de suie s'effectue grâce à une élévation contrôlée de la température des gaz d'échappement provoquée par l'électronique de gestion moteur.

☐ c) Les particules de suie sont brûlées en continu sans intervention de l'électronique de gestion moteur.

2. Quelle est la fonction du transmetteur de température en aval du filtre à particules G527?

☐ a) Le calculateur du moteur utilise le signal du transmetteur de température en aval du filtre à particules afin de pouvoir réguler la quantité de caburant nécessaire pour la post-injection en phase de décélération.

☐ b) À partir du signal du transmetteur de température, le calculateur du moteur détermine la différence de pression en amont et en aval du filtre à particules.

☐ c) Le signal du transmetteur de température permet au calculateur du moteur de déterminer le taux de recirculation des gaz d'échappement.



3. Quelle substance est responsable de la combustion des particules de suie dans le filtre à particules pourvu d'un revêtement catalytique en mode de régénération passive ?

☐ a) Additif

☐ b) Platine

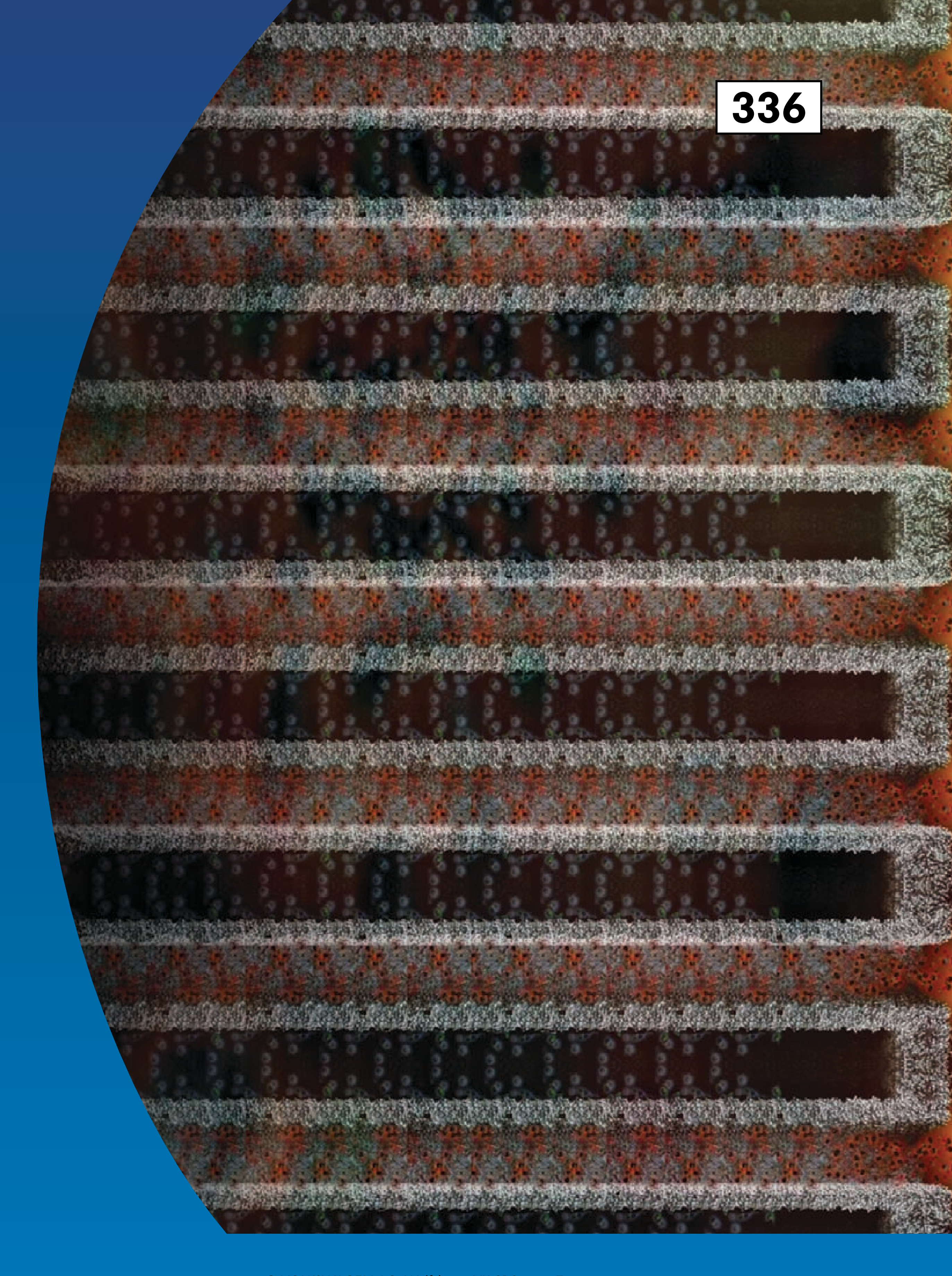
☐ c) Alumine

☐ d) Dioxyde de soufre

☐ e) Carbure de silicium

Solutions

1.) c; 2.) a; 3.) b



000.2811.51.40 Définition technique 02/05

Papier blanchi sans chlore.